动 物 学 研 究 2005, Dec. 26 (6): 645－651 CN 53－1040/Q ISSN 0254－5853
Zoological Research

中菊头蝠中国三亚种的形态特征比较

周昭敏[1,2]，徐伟霞[1]，吴 毅[2,*]，李玉春[3]，胡锦矗[1]
（1. 西华师范大学 珍稀动植物研究所，四川 南充 637002；2. 广州大学 华南生物多样性研究所，广东 广州 510405；
3. 海南师范学院 生物系，海南 海口 571158）

摘要：比较了四川、广东和海南3地的中菊头蝠（*Rhinolophus affinis*）种群的外部和头骨形态差异。在测量23个外部可量性状以及22个头骨可量性状的基础上，运用统计分析软件SPSS12.0对其中12个外部可量性状以及22个头骨可量性状进行数理统计。主成分分析的结果表明：四川、广东和海南3地的中菊头蝠在外部形态和头骨形态上均有明显差异，用判别分析对主成分分析结果的正确性进行验证，证明了中国的中菊头蝠划为喜马拉雅、华南、海南3个亚种是合理的。

关键词：中菊头蝠；亚种；形态分类
中图分类号：Q959.833；Q959.833.04 **文献标识码**：A **文章编号**：0254－5853（2005）06－0645－07

Morphometric Characteristics of Three Subspecies of *Rhinolophus affinis* in China

ZHOU Zhao-min[1,2], XU Wei-xia[1], WU Yi[2,*], LI Yu-chun[3], HU Jin-chu[1]
(1. *Institute of Rare Animals and Plants, China West Normal University, Nanchong* 637002, *China;*
2. *Institute of Biodiversity in South China, Guangzhou University, Guangzhou* 510405, *China;*
3. *Department of Biology Hainan Normal University, Haikou* 571158, *China*)

Abstract: The isolation of *Rhinolophus affinis* from Guangdong and Hainan near the Qiongzhou Strait, and the differences in climate and landscape between the South of China and Sichuan Province, prompted our study of morphological divergence. We obtained data on 23 external characteristics and 22 skull characteristics, and the data of 12 external characteristics and 22 skull characteristics was analyzed with SPSS12.0. Principal components and discriminant analyses revealed there were distinct differences both in the external morphological measurements and in the skull measurements among *Rhinolophus affinis* in Sichuan, Guangdong and Hainan Province. These data suggest that there are three subspecies of *Rhinolophus affinis*, i.e, *R. a. himalayanus* Anderson, 1905、*R. a. macrurus* Anderson, 1905 and *R. a. hainanus* J Allen, 1906.

Key words: *Rhinolophus affinis*; Subspecies; Morphometrics

中菊头蝠（*Rhinolophus affinis* Horsfield，1823）在中国分布于陕西、长江沿岸及其以南广大地区。分为喜马拉雅亚种（*R. a. himalayanus* Anderson，1905）、华南亚种（*R. a. macrurus* Anderson，1905）和海南亚种（*R. a. hainanus* Allen，1906）（Allen；1940；Zhang，1997；Wang，2003；Csorba et al，2003）。Corbet & Hill（1992）虽指明海南分布有中菊头蝠，但在亚种分化中并未列出海南亚种。Xu et al（1983）认为，就大多数物种的海南亚种而言，体形较其他地域亚种小，而中菊头蝠海南亚种的前臂长稍大于广东龙门所采集的标本；同时指出，在海南的中菊头蝠存在两种色型——玉桂色和暗灰色，前者体型稍大；后者与广东龙门采集标本的大小和毛色甚为相似。本文对采集于广东、

收稿日期：2005－02－22；接受日期：2005－10－12
基金项目：国家自然科学基金资助项目（30370167）；四川省重点学科重点资助项目（SZD0420）
* 通讯作者（Corresponding author），E-mail：wuyizhouq@263.net

海南及四川开江和二滩的中菊头蝠标本进行外部形态和头骨测量，用主成分分析和判别分析对数据进行处理，为其种下分类提供依据，并为研究种内的地理变异提供基础资料。

1 材料与方法

查看广东罗浮山中菊头蝠浸制标本15例（8♀，7♂），头骨14例（10♀，4♂）；海南中菊头蝠浸制标本及头骨各15例（13♀，2♂）；四川二滩中菊头蝠浸制标本及头骨各5例（5♂），四川开江中菊头蝠浸制标本及头骨各5例（3♂，2♀）。广东和海南标本现存于广州大学华南生物多样性研究所，四川标本现存于西华师范大学珍稀动植物研究所。

应用电子数显卡尺（桂林产）分别测量标本的外部和头骨可量性状。为消除不同人的测量误差，所有性状的测量均由第一作者完成。量度用SPSS12.0统计软件包分析处理，以 $\overline{X} \pm s$ 表示。对选取的12个外部可量性状（性状及说明见附录1）以及22个头骨可量性状（性状及说明见附录2）的测量值分别进行主成分分析，并采用方差最大化正交旋转（varimax with Kaiser normalization）。以此讨论3地4处的中菊头蝠外部及头骨形态的总体相似性，分析其差异程度，并运用判别分析验证主成分分析结果的正确性。由于标本的浸制保存会对其外部形态造成一定的影响，因此，前臂、掌骨、指骨、后足、胫骨等骨骼的各性状量度相对于其他外部性状的量度更加稳定可靠。

2 结 果

3地4处的中菊头蝠的外部形态量度见表1，头骨形态量度见表2。由于测量时选取的是较完整的浸制标本和头骨，因而表1、表2中各性状均无缺失值。

2.1 主成分分析结果

2.1.1 外部形态的主成分分析结果 3地4处的中菊头蝠标本的12个外部可量性状主成分分析结果（图1a）表明，数据的KMO值为0.872。Barttlett's球形检验拒绝零假设（$\chi^2 = 391.531$，$P < 0.001$）。3个主成分的特征根分别为6.891、1.550、1.106，占总体变量的79.556%。方差最大化正交旋转后，外部可量性状各主成分的负荷见表3，其中多数特征在第1主成分（占57.422%的总体变异）上具有较高正负荷，说明其与外部形态的整体大小有关；第2主成分（占12.914%的总体变异）与前臂长、第三掌骨、第三指第二指节、第Ⅴ掌骨、第Ⅴ指第一指节（负荷 > 0.593）有关；第3主成分（占9.220%的总体变异）与第Ⅴ指骨第二指节（负荷 > 0.960）有关。对第1主成分和第2主成分作图，显示出3地的中菊头蝠可以分开，广东中菊头蝠在第1主成分上的因子得分 > 0.5，在第2主成分上的得分 > −1；海南中菊头蝠在第1主成分上的因子得分 < 0.5，第2主成分上的得分 < 0；四川中菊头蝠在第1主成分上的因子得分 < 1，第2主成分上的得分 > 0。

2.1.2 头骨的主成分分析结果 3地4处中菊头蝠标本的所有22项头骨可量性状的主成分分析结果（图1b）表明，数据的KMO值为0.804。Barttlett's球形检验拒绝零假设（$\chi^2 = 715.06$，$P < 0.001$）。3个主成分的特征根分别为9.920、2.663、1.980，占总体变量的66.195%。方差最大化正交旋转后，头骨可量性状各主成分的负荷见表4，其中多数特征在第1主成分（占45.091%的总体变异）上具有较高正负荷，说明其与头骨整体大小有关；第2主成分（占12.104%的总体变异）与颅高、枕宽、颧宽、眶间宽、鼻宽、听泡间距和齿骨关节宽有关（负荷 > 0.475）；第3主成分（占9.000%的总体变异）与颅高、鼻隆高、枕鼻长、听泡间距有关（负荷 > 0.473）。对第1主成分和第2主成分作图，也显示出3地的中菊头蝠可以分开，广东中菊头蝠在第1主成分上的因子得分 > 1，在第2主成分上的得分 > 0；海南中菊头蝠在第1主成分上的因子得分 > 0.4，在第2主成分上的得分 < 0.5；四川中菊头蝠在第1主成分上的因子得分 < 0.2，在第2主成分上的得分 < 0.5。

2.2 判别分析结果

2.2.1 外部形态的判别分析结果 中菊头蝠标本的12个外部可量性状进行判别分析（图2a），得到2个判别函数，其特征值分别为3.570和1.671。典型判别的正确率：广东种群为86.7%，海南种群为93.3%，四川种群为100%。交互验证法检验的结果表明，判别正确率：广东种群为86.7%，海南种群为80%，四川种群为100%。

2.2.2 头骨的判别分析结果 对中菊头蝠标本的22个头骨可量性状进行判别分析（图2b），得到2个判别函数，其特征值分别为6.821和3.036。典

表 1 3地中菊头蝠的外部性状量度

Tab. 1 External measurements of *Rhinolophus affinis* from three regions (m ± *SD* or rang, mm)

	广东 Guangdong		海南 Hainan		四川 Sichuan		
					二滩 Ertan	开江 Kaijiang	
	♀	♂	♀	♂	♂	♀	♂
标本数(样本量)*n*	8	7	13	2	5	3	2
头躯长 Head and body length	45.76 ± 2.66	44.18 ± 2.48	50.05 ± 2.71	51.51,49.63	51.11 ± 1.38	52.81 ± 3.59	49.62,44.98
尾长 Tail length	28.78 ± 2.45	28.51 ± 2.40	24.48 ± 1.22	23.44,23.22	23.34 ± 1.78	24.38 ± 1.72	23.08,24.30
耳长(从耳道测量)Ear, length from meatus	21.82 ± 0.59	20.86 ± 0.83	20.50 ± 0.98	20.25,21.14	20.35 ± 0.98	18.65 ± 0.66	17.95,16.96
对耳屏长(从耳道测量)Antitragus, height from meatus	11.54 ± 0.82	10.97 ± 0.88	11.28 ± 1.05	11.08,11.06	10.45 ± 0.81	9.68 ± 0.47	9.25,10.43
对耳屏宽(从耳缺测量)Antitragus, width at the emargination of the ear	7.53 ± 0.25	7.56 ± 0.29	7.45 ± 0.27	7.37,7.81	7.35 ± 0.30	7.27 ± 0.40	6.82,7.04
前臂长 Fore arm	53.70 ± 0.83	52.32 ± 1.24	50.95 ± 0.99	50.86,49.38	52.24 ± 1.18	53.27 ± 1.08	53.45,51.07
第Ⅲ掌骨 Mc Ⅲ	39.41 ± 0.78	38.83 ± 0.93	36.95 ± 0.73	36.98,36.15	38.76 ± 0.65	38.65 ± 2.14	37.83,37.74
第Ⅲ指骨第一指节 Mc Ⅲ1	16.25 ± 0.36	15.57 ± 0.62	14.90 ± 0.38	14.77,14.8	15.11 ± 0.65	15.03 ± 0.08	15.11,14.19
第Ⅲ指骨第二指节 Mc Ⅲ2	27.87 ± 0.67	27.56 ± 0.78	25.82 ± 1.13	24.22,25.12	29.36 ± 1.26	29.08 ± 1.49	28.93,28.70
第Ⅳ掌骨 Mc Ⅳ	40.36 ± 0.62	40.00 ± 0.95	38.63 ± 0.71	39.11,37.75	39.80 ± 0.39	39.86 ± 1.34	39.47,38.53
第Ⅳ指骨第一指节 Mc Ⅳ1	11.03 ± 0.28	10.58 ± 0.60	10.01 ± 0.47	10.30,10.36	11.41 ± 2.38	10.06 ± 0.49	10.19,9.88
第Ⅳ指骨第二指节 McⅣ2	16.86 ± 0.31	16.57 ± 0.63	16.02 ± 0.61	15.66,14.95	17.64 ± 1.39	17.99 ± 0.65	17.54,17.86
第Ⅴ掌骨 Mc Ⅴ	41.79 ± 1.08	41.20 ± 1.24	39.94 ± 0.87	39.09,39.36	40.86 ± 1.28	41.00 ± 1.85	39.76,40.03
第Ⅴ指骨第一指节 McⅤ1	13.06 ± 0.56	12.45 ± 0.70	11.61 ± 0.49	11.36,11.22	12.72 ± 0.81	12.91 ± 0.39	12.66,12.43
第Ⅴ指骨第二指节 Mc Ⅴ2	15.21 ± 0.65	15.16 ± 0.69	15.29 ± 2.70	12.59,13.85	13.35 ± 1.55	13.82 ± 0.82	14.31,13.85
后足长 Hind foot	12.01 ± 0.77	11.47 ± 0.73	10.89 ± 0.45	10.43,11.65	10.77 ± 0.90	11.21 ± 0.22	10.47,10.65
胫长 Tibia length	25.61 ± 0.49	24.78 ± 0.80	23.12 ± 0.76	22.87,23.35	23.64 ± 1.01	23.55 ± 1.11	23.57,22.13
杯状叶宽 Width of the cup	2.93 ± 0.25	3.07 ± 0.21	4.82 ± 0.29	3.2,3.27	3.08 ± 0.10	2.56 ± 0.09	2.57,2.18
鞍状叶高(从杯状叶底部测量)Sella, height from the cup at the base	5.19 ± 0.54	5.15 ± 0.49	5.14 ± 0.77	4.96,4.33	4.98 ± 0.19	4.51 ± 0.36	4.34,4.59
鞍状叶宽(基部测量)Sella, width at base	2.18 ± 0.05	2.23 ± 0.10	2.37 ± 0.10	2.29,2.55	2.16 ± 0.12	2.06 ± 0.13	2.18,1.96
鞍状叶宽(中部测量)Sella, width at the middle	1.57 ± 0.13	1.75 ± 0.19	1.90 ± 0.08	1.74,1.85	1.76 ± 0.18	1.75 ± 0.10	1.79,1.58
鞍状叶宽(顶部测量)Sella, width at top	1.87 ± 0.10	1.98 ± 0.13	2.15 ± 0.08	1.96,2.23	1.90 ± 0.08	1.95 ± 0.03	1.86,1.75
蹄状叶宽 Width of horseshoe	9.10 ± 0.34	9.22 ± 0.33	9.96 ± 0.28	10.96,9.52	9.40 ± 0.13	8.52 ± 0.50	8.71,8.79

表 2 3地中菊头蝠的头骨性状量度

Tab. 2 Skull measurements of *Rhinolophus affinis* from three regions (m ± *SD* or rang, mm)

	广东 Guangdong		海南 Hainan		四川 Sichuan		
					二滩 Ertan	开江 Kaijiang	
	♀	♂	♀	♂	♂	♀	♂
标本数(样本量)*n*	10	4	13	2	5	2	3
颅全长 Skull length	22.0 ± 0.59	22.3 ± 0.68	22.00 ± 0.46	22.35,22.06	21.20 ± 0.30	21.93,21.72	21.87 ± 0.33
颅基长 Length from the cochlea to the from the front canine	17.0 ± 0.62	17.0 ± 0.64	16.96 ± 0.39	17.35,17.40	16.20 ± 0.20	16.93,16.60	16.61 ± 0.41
颅高 Skull heigth	9.48 ± 0.23	9.61 ± 0.24	9.25 ± 0.24	9.43,9.30	9.10 ± 0.33	9.09,8.96	9.34 ± 0.33
鼻隆高 Heigth of nasal swellings	6.28 ± 0.25	6.34 ± 0.15	6.05 ± 0.38	6.55,6.58	6.05 ± 0.31	6.70,6.56	6.65 ± 0.12
枕鼻长 Occipital length	14.1 ± 0.33	14.3 ± 0.26	13.87 ± 0.28	14.30,14.02	13.47 ± 0.21	13.72,13.99	14.42 ± 0.38
枕宽 Occipital width	8.22 ± 0.16	8.28 ± 0.18	7.89 ± 0.27	7.48,7.82	8.14 ± 0.22	7.91,7.88	7.97 ± 0.08
颅宽 Braincase width	10.6 ± 0.15	10.62 ± 0.08	10.37 ± 0.15	10.48,10.24	10.17 ± 0.23	10.34,10.35	10.35 ± 0.13
颧宽 Zygomatic width	11.2 ± 0.20	11.19 ± 0.11	10.84 ± 0.17	10.89,10.87	10.50 ± 0.28	10.80,11.06	11.06 ± 0.03
眶间宽 Interorbital width	2.53 ± 0.20	2.40 ± 0.31	2.28 ± 0.17	2.16,2.11	2.34 ± 0.16	2.37,2.50	2.30 ± 0.20
鼻宽 Width of nares	3.65 ± 0.13	3.63 ± 0.12	3.51 ± 0.18	3.50,3.24	3.17 ± 0.16	3.17,2.99	3.14 ± 0.14
听泡最宽 Greatest width of cochleas	10.3 ± 0.18	10.39 ± 0.08	10.10 ± 0.25	10.05,9.91	9.67 ± 0.55	10.19,9.87	10.09 ± 0.19
听泡长 Length of cochlea	3.96 ± 0.19	3.90 ± 0.11	3.82 ± 0.11	3.72,3.75	3.67 ± 0.12	3.79,3.93	3.87 ± 0.06
听泡间距 Space between cochleas	0.84 ± 0.14	0.85 ± 0.09	0.82 ± 0.12	0.80,0.88	1.07 ± 0.07	1.22,1.38	1.26 ± 0.10
腭长 Length of palatal	5.55 ± 0.47	5.68 ± 0.50	5.91 ± 0.34	5.99,6.33	5.99 ± 0.08	5.95,6.00	5.97 ± 0.15
上齿列长 C1M3L	8.75 ± 0.22	8.85 ± 0.17	8.71 ± 0.25	8.77,9.08	8.29 ± 0.22	8.22,8.18	8.38 ± 0.22
上臼齿间长 M1M3L	5.19 ± 0.20	5.19 ± 0.18	5.19 ± 0.11	4.97,5.32	5.08 ± 0.15	5.05,4.94	5.02 ± 0.09
上犬齿间宽 C1C1W	5.09 ± 0.29	5.07 ± 0.27	5.08 ± 0.12	5.39,5.04	4.33 ± 0.52	4.77,4.47	4.79 ± 0.29
上第三臼齿间宽 M3M3W	8.46 ± 0.18	8.34 ± 0.19	8.39 ± 0.16	8.45,8.48	7.80 ± 0.38	8.22,7.91	8.20 ± 0.25
下齿列长 c1m3L	8.93 ± 0.23	9.09 ± 0.18	8.93 ± 0.17	8.78,9.27	8.18 ± 0.27	8.70,8.33	8.54 ± 0.24
上臼齿间长 m1m3L	5.93 ± 0.15	5.94 ± 0.24	5.91 ± 0.16	5.62,6.03	5.44 ± 0.10	5.62,5.56	5.63 ± 0.10
齿骨长 Mandible length	15.6 ± 0.37	15.62 ± 0.41	15.31 ± 0.22	15.55,15.61	14.41 ± 0.39	14.99,14.87	14.98 ± 0.13
齿骨关节宽 Width of mandible arthrosis	5.20 ± 0.24	5.12 ± 0.14	4.75 ± 0.16	4.89,4.73	4.74 ± 0.19	4.96,5.21	5.22 ± 0.08

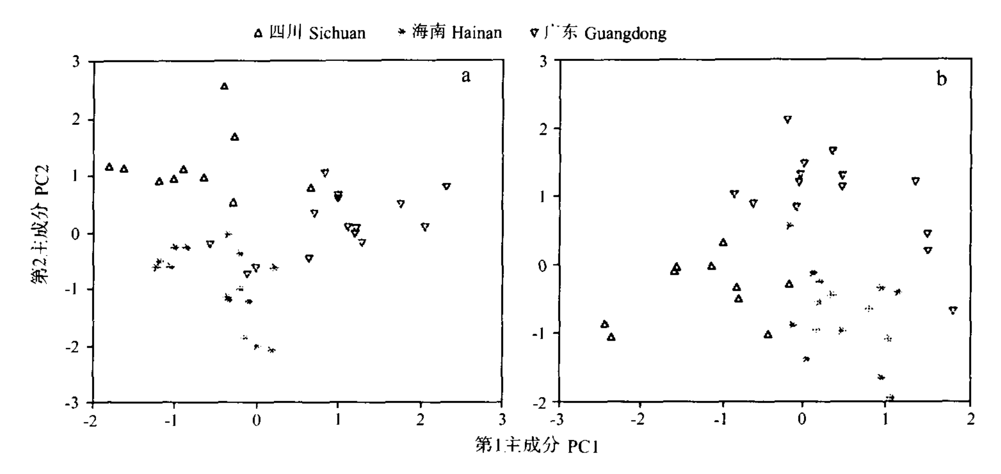


图1 3地中菊头蝠外部（a）和头骨（b）可量性状的主成分分析图

Fig. 1 Plot on PC1 and PC2 for external (a) and skull (b) measurements of *Rhinolophus affinis* from three regions

型判别正确率：广东种群为100%；海南种群出现一例错判，为93.3%；四川种群为100%。交互验证法检验的结果，判别正确率：广东种群出现一例错判，为92.2%；海南种群出现一例错判，为93.3%；四川种群为100%。

3 讨论

目前国内尚无对翼手目进行形态比较的论文报道，其形态描述和形态量度多集中在描述新纪录以及各地方兽类志中。对翼手目而言，研究种内地理差异不仅可以为其亚种水平的分类提供依据，而且可以为研究其对环境多样性的适应能力，不同地域种群间的扩散程度等问题提供新的线索。例如在印尼不同岛屿上，小型兽类的几个亚种存在明显的形态变异（Kitchener & Suyanto，1996），灰蓬毛蝠（*Lasirus cinereus*）的夏威夷亚种比北美大陆亚种体

表3 3地中菊头蝠外部可量度性状主成分分析的因子负荷值

Tab. 3 Rotated component matrix of external characters of *Rhinolophus affinis* from three regions

外部性状 External character	主成分 Principle component 1	2	3
前臂长 FA	0.584	0.651	0.026
第三掌骨 Mc Ⅲ	0.592	0.696	0.095
第三指第一指节 Mc Ⅲ1	0.871	0.234	0.033
第三指第二指节 Mc Ⅲ2	0.141	0.864	-0.068
第四指 Mc Ⅳ	0.601	0.665	0.257
第四指第一指节 Mc Ⅳ1	0.808	0.220	-0.143
第四指第二指节 Mc Ⅳ2	-0.016	0.903	-0.030
第五掌骨 Mc Ⅴ	0.593	0.593	0.335
第五指第一指节 Mc Ⅴ1	0.466	0.742	-0.078
第五指第二指节 Mc Ⅴ2	-0.010	-0.038	0.960
后足 HF	0.760	0.051	0.032
胫骨长 TL	0.884	0.263	0.061

外部性状说明见附录1（Explanation of external characters see Appendix 1）。

表4 3地中菊头蝠头骨可量度性状主成分分析的因子负荷值

Tab. 4 Rotated component matrix of skull characters of *Rhinolophus affinis* from three regions

头骨性状 Skull character	主成分 Principle component 1	2	3
颅全长 SL	0.807	-0.042	0.394
颅基长 CCL	0.818	-0.048	0.319
颅高 SH	0.331	0.475	0.473
鼻隆高 NSH	-0.002	-0.034	0.862
枕鼻长 OL	0.529	0.322	0.537
枕宽 OW	-0.025	0.562	-0.167
颅宽 BW	0.601	0.634	0.244
颧宽 ZW	0.589	0.595	0.390
眶间宽 IW	0.080	0.595	0.112
鼻宽 NW	0.538	0.530	-0.337
听泡最宽 GCW	0.598	0.590	0.124
听泡长 CL	0.447	0.277	0.177
听泡间距 CS	-0.659	-0.040	0.528
腭长 PL	0.205	-0.631	0.115
上齿列长 C1M3L	0.827	0.0418	0.034
上臼齿间长 M1M3L	0.685	-0.066	-0.294
上犬齿间宽 C1C1W	0.773	0.253	-0.016
上第三臼齿间宽 M3M3W	0.865	0.209	0.074
下齿列长 c1m3L	0.902	0.051	0.072
上臼齿间长 m1m3L	0.830	0.107	0.014
齿骨长 ML	0.853	0.349	0.149
齿骨关节宽 MAW	0.189	0.713	0.297

头骨性状说明见附录2（Explanation of skull characters see Appendix 2）。

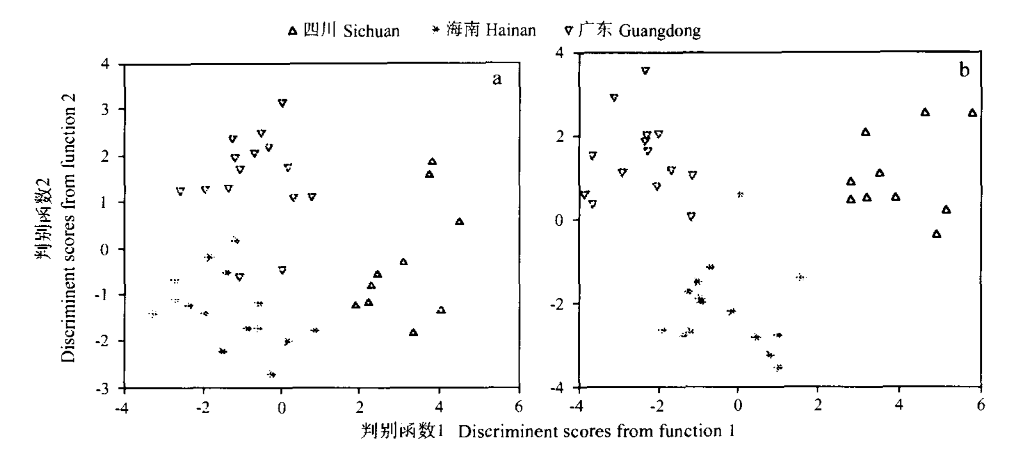


图2 3地中菊头蝠外部（a）和头骨（b）可量性状的判别分析图

Fig. 2 Discriminant function 1 versus 2 for external (a) and skull (b) measurements of *Rhinolophus affinis* from three regions

型小45%（Jacobs，1996）；金蹄蝠（*Rhinonicteris surantisus*）在澳大利亚北部的数个地理种群间均存在一定差异（Kyle，2002）。另外有一种复杂的情况，三叉蹄蝠（*Asellia tridens*）两个形态相同的种群，其分布区域的间隔区域有一个明显形态变异的种群存在（Owen & Qumsiyeh，1987）。由此可见，应用形态学分析研究翼手目的种内多样性十分必要。

表1与表2中所记录的量度反映出四川、广东和海南3地中菊头蝠种群在单个量度的差异。本文的测量结果表明，海南种群的翼部、胫骨和后足等部位的性状量度均较小于广东种群，导致此形态差异的成因尚不清楚。笔者认为Xu et al（1983）所指的广东和海南中菊头蝠中存在色型不同可能是因年龄不同所致，尚无法证明其与个体大小有关。由于标本的浸制保存可能会造成其鼻叶在一定程度上变形，因此，尚不能证明各类群鼻叶指标的测量值的差异与食性或回声定位有关。头骨形态上，广东种群大多数可量性状均明显有异于海南种群。

外部和头骨可量性状的主成分分析结果表明，在四川、广东和海南3地中菊头蝠种群间均存在不同程度的差异。对于地理隔离的中菊头蝠种群，由于长时间的分离以及各地域气候、景观的不同，形态多样性的产生是可以预见的。分析结果与把中菊头蝠分为喜马拉雅、华南、海南3个亚种的传统观点基本吻合。二滩与开江两个种群相对于华南和海南亚种而言，在外部和头骨形态上更加相似，故应都归于喜马拉雅亚种。由于琼州海峡的形成，海南与大陆隔离，中菊头蝠的华南和海南亚种的分化成为研究地理隔离对物种进化及对环境适应的范例。由于目前标本量有限，因此，尚无法证明二滩与开江种群在外部和头骨形态上存在多大程度的差异，也无法对性别间的差异进行分析，这有待于今后进一步研究。

参考文献：

Allen GM. 1940. The Mammals of China and Mongolia [M]. New York: The American Museum of Natural History, 1-620.

Corbet GB, Hill JE. 1992. The Mammals of the Indomalayan Region: A Systematic Review [M]. London: Natural History Museum Publications Oxford University Press, 140.

Csorba G, Ujhelyi P, Thomas N. 2003. Horseshoe Bats of the World [M]. Alana Books.

Jocobs DS. 1996. Morphological divergence in an insular bat, *Lasirus cinereus semotus* [J]. *Fun Ecol*, **10**: 622-630.

Kitchemer DJ, Suyano A. 1996. Intraspecific morphological variation among island populations of small mammals in southern Indonesia [A]. In: Kitchemer DJ, Suyano AE. Proceedings of the First International Conference on Eastern Indonesia-Australian Vertebrate Fauna, Manado, Indonesia, November 22-26, 1994 [C]. 7-13.

Kyle NA. 2002. Morphometric divergence among populations of *Rhinonicteris surantisus* (Chiroptera: Hipposideridae) in northern Austrilia [J]. *Aust J Zool*, **50**: 649-669.

Owen RD, Qumsiyeh MB. 1987. The subspecies problem in the trident leaf-noseed bat, *Asellia tridens*: Homomorphism in widely separated populations [J]. *Z Säugetierd*, **52**: 329-337.

Wang YX. 2003. A Complete Checklist of Mammal Species and Subspecies in China: A Taxonomic and Geographic Reference [M]. Beijing: China Forestry Publishing House, 1-394. [王应祥. 2003. 中国哺乳动物种和亚种分类名录与分布大全. 北京：中国林业出版社，1-394.]

Xu LH, Liu ZH, Yu SM. 1983. Birds and Beasts of Hainan Island:

Mammalia [M]. Beijing: Science Press, 1-294. [徐龙辉，刘振河，余斯绵. 1983. 海南岛的鸟兽：哺乳纲. 北京：科学出版社，1-294.]

Zhang RZ. 1997. Distribution of Mammalian Species in China [M]. Beijing : China Forestry Publishing House, 1-280. [张荣祖. 1997. 中国哺乳动物分布. 北京：中国林业出版社，1-280.]

附录 1 12个外部可量度性状说明
Appendix 1 Explanation on external character

前臂长（fore arm, FA）：前臂两端关节间距离。
第Ⅲ掌骨 McⅢ：第Ⅲ掌骨两端关节间距离。
第Ⅲ掌骨第一指节Ⅲ1：第Ⅲ掌骨第一指节两端关节间距离。
第Ⅲ掌骨第二指节Ⅲ2：第Ⅲ掌骨第二指节两端关节间距离。
第Ⅳ掌骨 Mc Ⅳ：第Ⅳ掌骨两端关节间距离。
第Ⅳ掌骨第一指节Ⅳ1：第Ⅳ掌骨第一指节两端关节间距离。
第Ⅳ掌骨第二指节Ⅳ2：第Ⅳ掌骨第二指节两端关节间距离。
第Ⅴ掌骨 Mc Ⅴ：第Ⅴ掌骨两端关节间距离。
第Ⅴ掌骨第一指节Ⅴ1：第Ⅴ掌骨第一指节两端关节间距离。
第Ⅴ掌骨第二指节Ⅴ2：第Ⅴ掌骨第二指节 两端关节间距离。
后足长（hind foot, HF）：自后跟至爪最远处。
胫长（tibia length, TL）：胫骨两端关节间距离。

附录 2 22个头骨可量度性状说明
Appendix 2 Explanation on cranial character

颅全长（skull length, SL）：犬牙最前端至头骨最后端突出部的直线距离。
颅基长（length from the cochlea to the front canine, CCL）：犬牙最前端至耳蜗后缘的直线距离。
颅高（skull height, SH）：听泡下缘至颅骨最高处两平面间距离。
鼻隆高（height of nasal swelling, NSH）：P^2 齿根至鼻隆最高处两平面间距离。
枕鼻长（occipital length, OL）：自鼻骨前缘至颅骨后缘的直线距离。
枕宽（occipital width, OW）：枕部的最大宽度。
颅宽（braincase width, BW）：脑颅的最大宽度。
颧宽（zygomatic width, ZW）：左右颧弓间的最大宽度。
眶间宽（interorbital width, IW）：左右眼眶内缘的最小宽度。
鼻宽（width of nares, NW）：两鼻孔外缘间的最大宽度。
听泡最宽（greatest width of cochleas, GCW）：两听泡外缘间的最大间距。
听泡长（length of cochlea, CL）：听泡外侧缘的最大直线距离。
听泡间距（space between cochleas, CS）：左右两听泡间的最小距离。
腭长（length of palatal, PL）：从中翼骨窝前缘不包括棘突至犬齿齿尖的距离。
上齿列长（C1M3L）：上颌单侧 M^3 后缘至犬齿齿尖的距离。
上臼齿间长（M1M3L）：上颌单侧 M^3 后缘至 M^1 前缘间的距离。
上犬齿间宽（C1C1W）：上颌犬齿齿尖间的宽度。
上第三臼齿间宽（M3M3W）：上颌两侧第三臼齿外缘间的宽度。
下齿列长（c1m3L）：下颌单侧 M_3 后缘至犬齿齿尖的距离。
下臼齿间长（m1m3L）：下颌单侧 M_3 后缘至 M_1 前缘间的距离。
齿骨长（mandible length, ML）：从下颌门齿基部前缘至颌关节突后缘的直线距离。
齿骨关节宽（width of mandible arthrosis, MAW）：从冠状突尖端至角状突尖端的直线距离。